

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-068644
(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/20
H01L 21/336
H01L 29/786

(21)Application number : 2001-257628
(22)Date of filing : 28.08.2001

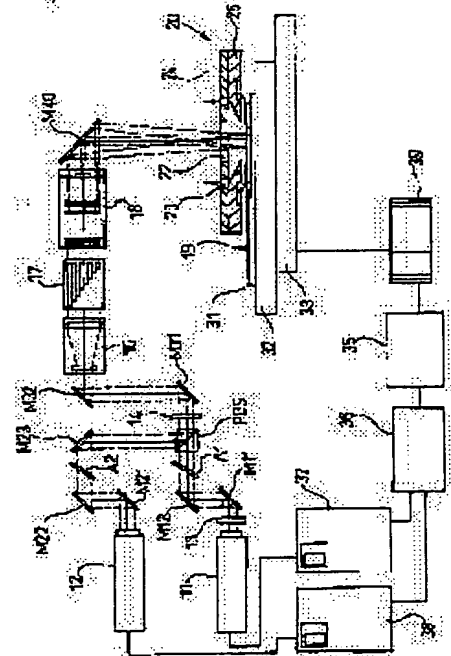
(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD
(72)Inventor : KUDO TOSHIO
YAMAZAKI KAZUNORI

(54) METHOD FOR CRYSTALLIZING SILICON AND LASER ANNEALING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for crystallizing silicon which enables to form a silicon film having large grains from an amorphous silicon film.

SOLUTION: The method for crystallizing silicon for crystallizing a silicon film of an amorphous layer comprises a process (a) of irradiating the silicon film with a first pulse laser beam having first intensity and first duration for melting it, a process (b) after melting the silicon film, irradiating the silicon film in the middle of a cooling process with second pulse laser light having second intensity and second duration, and growing generated silicon crystal grains without completely melting them, and a process (c) of repeating the processes (a) and (b), partially shifting a pulse laser irradiated region, to enlarge a crystallized region. Each of the first and the second pulse laser light is an integrated laser beam, having a wavelength in the range of 400 to 900 nm, from a plurality of laser diode-pumped solid-state lasers.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.09.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-68644
(P2003-68644A)

(43) 公開日 平成15年3月7日 (2003.3.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/20		H 0 1 L 21/20	5 F 0 5 2
21/336		29/78	6 2 7 G 5 F 1 1 0
29/786			

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-257628 (P2001-257628)
(22) 出願日 平成13年8月28日 (2001.8.28)

(71) 出願人 000002107
住友重機械工業株式会社
東京都品川区北品川五丁目9番11号
(72) 発明者 工藤 利雄
神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社横須賀製造所内
(72) 発明者 山崎 和則
神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社横須賀製造所内
(74) 代理人 100091340
弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

最終頁に続く

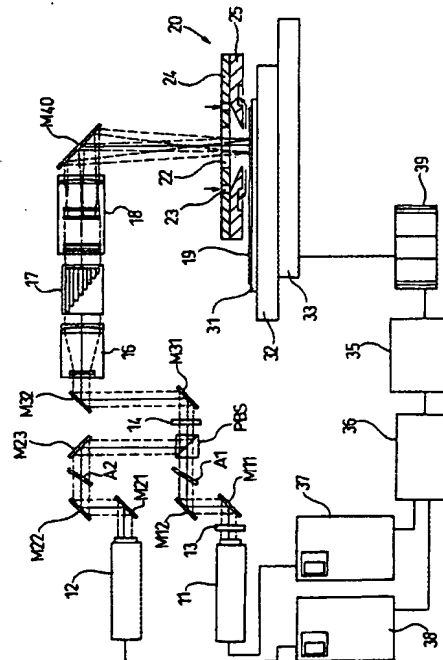
(54) 【発明の名称】 シリコン結晶化方法とレーザアニール装置

(57) 【要約】

【課題】 アモルファスシリコン膜から大きなグレインを有するシリコン膜を形成することのできるシリコン結晶化方法を提供する。

【解決手段】 アモルファス層のシリコン膜を結晶化するシリコン結晶化方法であって、(a) シリコン膜に第1の強度と第1の時間長とを有する第1のパルスレーザ光を照射して、前記シリコン膜を熔融する工程と、

(b) 熔融後、冷却途中の前記シリコン膜に第1の強度より低い第2の強度と第2の時間長とを有する第2のパルスレーザ光を照射して、発生したシリコン結晶粒を完全には熔融せず、結晶粒を成長させる工程と、(c) 照射領域を部分的にずらして前記工程 (a) と前記工程 (b) とを繰り返し、結晶化領域を拡大する工程とを含み、前記第1および第2のパルスレーザ光は共に複数のレーザダイオード励起固体レーザからの波長400nm～900nmのレーザ光を加算したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アモルファス層のシリコン膜を結晶化するシリコン結晶化方法であって、

(a) シリコン膜に第 1 の強度と第 1 の時間長とを有する第 1 のパルスレーザ光を照射して、前記シリコン膜を溶融する工程と、

(b) 溶融後、冷却途中の前記シリコン膜に第 1 の強度より低い第 2 の強度と第 2 の時間長とを有する第 2 のパルスレーザ光を照射して、発生したシリコン結晶粒を完全には溶融せず、結晶粒を成長させる工程と、

(c) 照射領域を部分的にずらして前記工程 (a) と前記工程 (b) とを繰り返し、結晶化領域を拡大する工程と、を含み、前記第 1 および第 2 のパルスレーザ光は共に複数のレーザダイオード励起固体レーザからの波長 400 nm ~ 900 nm のレーザ光を加算したものであるシリコン結晶化方法。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光の照射を受ける前記シリコン膜は不活性ガス雰囲気機構により外気から遮断されている請求項 1 に記載のシリコン結晶化方法。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光は、Nd : YAG の第 2 高調波または Nd : YLF の第 2 高調波または Nd : YVO₄ の第 2 高調波である請求項 1 または 2 記載のシリコン結晶化方法。

【請求項 4】 前記第 1 の時間長は 5 nsec 以上 50 nsec 未満、かつ前記第 2 の時間長は 50 nsec 以上 300 nsec 未満であるか、または前記第 1 及び第 2 の時間長は、共に 50 nsec 以上 300 nsec 未満である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載のシリコン結晶化方法。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光は共通の空間的可干渉性解消素子とホモジナイザとを介して照射される請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載のシリコン結晶化方法。

【請求項 6】 前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光照射による走査をストライプ状に行ない、ストライプ端部で折り返し、互いに接するストライプ状結晶化領域を形成する請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載のシリコン結晶化方法。

【請求項 7】 前記アモルファス相のシリコン膜は、ガラス基板上に形成された酸化シリコン膜上に堆積されたものであり、前記酸化シリコン膜が、結晶核を発生させる結晶を形成させるカスプまたは段差を有する請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項記載のシリコン結晶化方法。

【請求項 8】 複数のレーザダイオード励起固体レーザを含み、波長 400 nm ~ 900 nm、第 1 の強度、第 1 の時間長を有する第 1 のパルスレーザ光を発生できる第 1 のパルスレーザ光源群と、複数のレーザダイオード励起固体レーザを含み、波長 400 nm ~ 900 nm、第 1 の強度より低い第 2 の強

度、第 2 の時間長を有する第 2 のパルスレーザ光を発生できる第 2 のパルスレーザ光源群と、

前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光源群の各レーザダイオード励起固体レーザのパルスレーザ光発生タイミングを制御するタイミング制御手段と、

加工対象物を載置し、2次元平面内で駆動できるステージと、

前記ステージの駆動を制御できるステージ制御手段と、

前記ステージ上に載置される加工対象物の加工対象領域に前記第 1 のパルスレーザ光または前記第 2 のパルスレーザ光を照射させる光学系とを有するレーザアニール装置。

【請求項 9】 さらに、前記加工対象領域周囲に、加工対象領域を外気から遮断する不活性ガス雰囲気機構を形成できる機構を有する請求項 8 記載のレーザアニール装置。

【請求項 10】 前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光源群は、それぞれ複数の Nd : YAG レーザ光源と第 2 高調波発生手段、複数の Nd : YLF レーザ光源と第 2 高調波発生手段、または複数の Nd : YVO₄ レーザ光源と第 2 高調波発生手段を有する請求項 8 または 9 記載のレーザアニール装置。

【請求項 11】 前記第 1 の時間長は 5 nsec 以上 50 nsec 未満、かつ前記第 2 の時間長は 50 nsec 以上 300 nsec 未満であるか、または前記第 1 及び第 2 の時間長が、共に 50 nsec 以上 300 nsec 未満である請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項記載のレーザアニール装置。

【請求項 12】 前記光学系は、前記第 1 及び第 2 のパルスレーザ光に共通の空間的可干渉性解消素子とホモジナイザとを含む請求項 8 ~ 11 のいずれか 1 項記載のレーザアニール装置。

【請求項 13】 前記空間的可干渉性解消素子は、レーザビームを複数の領域に分割し、各領域に対して異なるリターデーションを与える光路を形成する請求項 12 記載のレーザアニール装置。

【請求項 14】 前記ステージ制御手段が、前記加工対象物上での前記加工対象領域の走査を折り返しストライプ形状に行うことができる請求項 8 ~ 13 のいずれか 1 項記載のレーザアニール装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン結晶化方法とレーザアニール装置に関し、特に大きな結晶粒を形成可能で、用いる装置のメンテナンスが簡易なシリコン結晶化方法とこの方法に用いられるレーザアニール装置に関する。

【0002】

【従来の技術】アモルファスシリコン膜は、太陽電池、液晶表示装置、半導体装置等で広く用いられている。アモルファスシリコンは、結晶シリコンと比べ、低い移動

度を有する。アモルファスシリコンを結晶化することにより、より特性の優れた電子デバイスを作成することができる。

【0003】アモルファスシリコンを多結晶化するアニール技術は、種々開発されている。現在、アモルファスシリコンにXeClエキシマレーザ光を照射して多結晶化する技術が広く用いられている。XeClエキシマレーザは、メンテナンスに手間とコストがかかる。得られる多結晶シリコン膜の電気的特性は十分満足できるものではない。より良い品質で、かつ低コストの多結晶シリコン膜が求められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】多結晶シリコンは、単結晶化した結晶粒（グレイン）の集合を含む。結晶粒の境界であるグレインバウンダリが多結晶シリコンの電気的特性を左右する。グレインバウンダリが多い多結晶シリコンの電気的特性は一般的にグレインバウンダリの少ない多結晶シリコンより悪くなり易い。

【0005】各グレインの寸法（グレインサイズ）が大きくなれば、一般的にはグレインバウンダリは減少する。電気的特性の優れた多結晶シリコンを得るため、グレインサイズの大きな多結晶シリコンを形成する技術が求められている。

【0006】さらに、半導体素子を形成する領域、少なくとも半導体素子の特性を左右する領域（たとえば、薄膜トランジスタ（TFT）のチャネル領域）を1つのグレイン内に形成できれば、半導体素子の特性を大幅に改善できる。

【0007】本発明の目的は、アモルファスシリコン膜から大きなグレインを有するシリコン膜を形成することのできるシリコン結晶化方法を提供することである。

【0008】本発明の他の目的は、このようなシリコン結晶化を行うことのできるレーザアニール装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によれば、アモルファス層のシリコン膜を結晶化するシリコン結晶化方法であって、（a）シリコン膜に第1の強度と第1の時間長とを有する第1のパルスレーザ光を照射して、前記シリコン膜を熔融する工程と、（b）熔融後、冷却途中の前記シリコン膜に第1の強度より低い第2の強度と第2の時間長とを有する第2のパルスレーザ光を照射して、発生したシリコン結晶粒を完全には熔融せず、結晶粒を成長させる工程と、（c）照射領域を部分的にずらして前記工程（a）と前記工程（b）とを繰り返す、結晶化領域を拡大する工程と、含み、前記第1および第2のパルスレーザ光は共に複数のレーザダイオード励起固体レーザからの波長400nm～900nmのレーザ光を加算したものであるシリコン結晶化方法が提供される。

【0010】本発明の他の観点によれば、複数のレーザダイオード励起固体レーザを含み、波長400nm～900nm、第1の強度、第1の時間長を有する第1のパルスレーザ光を発生できる第1のパルスレーザ光源群と、複数のレーザダイオード励起固体レーザを含み、波長400nm～900nm、第1の強度より低い第2の強度、第2の時間長を有する第2のパルスレーザ光を発生できる第2のパルスレーザ光源群と、前記第1及び第2のパルスレーザ光源群の各レーザダイオード励起固体レーザのパルスレーザ光発生タイミングを制御するタイミング制御手段と、加工対象物を載置し、2次元平面内で駆動できるステージと、前記ステージの駆動を制御できるステージ制御手段と、前記ステージ上に載置される加工対象物の加工対象領域に前記第1のパルスレーザ光または前記第2のパルスレーザ光を照射させる光学系とを有するレーザアニール装置が提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】図1を参照して、本発明の1実施例であるレーザアニール装置を説明する。パルスレーザ光源11、12は、それぞれ所定の強度と所定の時間長を有するパルスレーザビームを発生できる。パルスレーザ光源11、12の構成については後述する。

【0012】パルスレーザ光源11からのレーザビームは、たとえばs波であり、 $\lambda/2$ 位相板13によってp波に変更され、ミラーM11、M12、アッテネータA1を介し偏光分波器（ポーラリゼーションビームスプリッタ）PBSに入射する。PBSは、たとえばp偏光を透過させる。

【0013】パルスレーザ光源12からのレーザビームは、たとえばs波であり、ミラーM21、M22、アッテネータA2、ミラーM23を介し偏光分波器（ポーラリゼーションビームスプリッタ）PBSに入射する。PBSは、たとえばs偏光を反射する。このようにして、2つのレーザビームは同一の光路上に出射する。

【0014】PBSの出射光は、ミラーM31、M32を介してビームエキスパンダ16に入射し、ビーム径が拡げられる。ビーム径の拡がったレーザビームは、空間的可干渉性解消素子17で可干渉性を緩和させ、ビームホモジナイザ18で均一な強度分布を有するビームに変換される。空間的可干渉性解消素子17と、ビームホモジナイザ18についても後述する。

【0015】ビームホモジナイザ18から出射したレーザビームは、ミラーM40で下方に反射され、ガスカーテン装置20の入射窓22に入射する。ガスカーテン装置20は、入射窓22とガス導入口23を有する上板24と、その周辺部下面に接続された側壁部材25で半密閉空間を画定する。側壁部材26下部にはガス回収口26が設けられている。ここでは、ガス雰囲気形成機構はガスカーテンだけに限定されない。例えば、ガス交換が可能な真空チェンバでも良い。

5

【0016】ステージ30は、それぞれステッピングモータ等の駆動手段を備えたXステージ33、Yステージ32を有し、二次元平面内で、移動できる。Yステージ32上には定盤31が設置されている。常磐31上には、アモルファスシリコン膜を形成したガラス基板等の加工対象物19が載置される。なお、Xステージ、Yステージの順序は逆でも良い。

【0017】ガスカーテン装置20は、常磐31の上方所定距離に配置される。ガス導入口23から不活性ガスを導入すると、上板24、側壁25、常磐31上の加工対象物19で画定される加工空間内は不活性ガスで充填され、外気から遮断される。この状態でレーザービームを照射すると、加工対象物19のアモルファスシリコン膜は、レーザービームによって熔融し、不活性ガス雰囲気内で固化（結晶化）させることができる。

【0018】上位制御装置35は、コンピュータなどで構成され、タイミング制御装置36、電源37、38を介してパルスレーザー光源11、12から所望のパルスレーザー光を発生させ、ステージコントローラ39を介してステージ30を所望速度、所望方向に駆動することができ

【0019】図2(A)は、パルスレーザー光源11、12、PBSを含む光学系、ビームエキスパンダ16の構成をより詳細に示す。複数のレーザー光源11a、11b、... 12a、12b、... はそれぞれレーザーダイオード励起固体レーザーを含み、波長400nm~900nmのs偏光レーザー光を共振する。たとえば、Nd:YAGレーザーと2次高調波発生器、Nd:YLFレーザーと2次高調波発生器、またはNd:YVO₄レーザーと2次高調波発生器で構成される。各パルスレーザー光源11、12が2つのレーザー光源で構成されている場合を図示したが、3つ以上のレーザー光源を用いてもよい。

【0020】レーザー光源11a、11bからの出射光は、λ/2位相板13a、13bによってp偏光に変換され、ミラーM11a、M11b、およびミラーM12a、M12bで反射され、PBSに入射する。

【0021】レーザー光源12a、12bからの出射光は、ミラーM23a、M23bで反射され、s偏光のままPBSに入射する。PBSは、p偏光を透過させ、s偏光を反射することにより、s偏光とp偏光とを同一の光路上に出射することができる。PBSから出射したレーザー光はλ/4位相板14で円偏光に変換される。ビームエキスパンダ16は、たとえば凹レンズと凸レンズの組み合わせを含み、平行光束を一旦発散させ、径の拡大した平行光束にする。

【0022】パルスレーザー光源11がs偏光レーザービームを出射している時、λ/4位相板より先（下流）の光学系から反射光がもどると、λ/4位相板でs偏光にされ、PBSで反射される。パルスレーザー光源12からのs偏光レーザービームの反射光はλ/4位相板により、p

6

偏光に変換され、PBSを透過する。このように、反射光は共振中のレーザー光源には戻らない。

【0023】図2(A)の2群のパルスレーザー光源により以下に述べる2種類の特性を有するパルスレーザー光を発生させる。2群のパルスレーザー光源の各々は、図1のタイミング制御装置36の制御のもとに動作し、パルスレーザー光発生タイミングが制御される。

【0024】図2(B)は、発生させるダブルパルスレーザー光の強度変化を示すグラフである。横軸が時間を示し、縦軸が強度を示す。第1パルスレーザー光P1は、アモルファスシリコン膜を十分熔融できるように強度が高く、パルス幅が狭い（時間長が短い）。第2パルスレーザー光P2は、一旦熔融したシリコンの冷却速度を遅らせ、結晶化速度を緩やかにして結晶粒を成長させるように、強度が低く、パルス幅が長い。または、第1パルスレーザー光と第2パルスレーザー光との両者ともパルス幅が長く、第1パルスレーザー光の強度は高く、第2パルスレーザー光の強度は低い。

【0025】たとえば、第1の例として、第1パルスレーザー光P1は、時間長14nsec、第2パルスレーザー光P2は、時間長120nsec、その強度比は6.9である。第2の例として、第1パルスレーザー光P1と第2パルスレーザー光P2の時間長は両者共120nsec、その強度比は2.2である。

【0026】第1パルスレーザー光の時間長は5nsec以上、50nsec未満であり、第2パルスレーザー光時間長は50nsec以上、300nsec未満であることが望ましい。または、第1パルスレーザー光と第2パルスレーザー光の時間長は両者共50nsec以上、300nsec未満であることが望ましい。

【0027】実際にアモルファスシリコン膜の結晶化を行う場合には、対象とするアモルファスシリコン膜に種々の条件のパルスレーザー光を照射して最適条件を求めることが好ましい。

【0028】このような、パルス強度、時間長を有するレーザーパルスを単独の固体レーザーで発生させることは、現在では困難である。複数の固体レーザーを用い、複数の固体レーザーから同時にパルス光を発生させ、合波することにより十分な強度を有する第1パルスレーザー光P1を発生させることができる。又、複数の固体レーザーをタイミングをずらして共振させ、合波することにより十分な時間長を有する第2パルスレーザー光P2を発生させることができる。

【0029】第1パルスレーザー光P1と第2パルスレーザー光P2の間隔は、時間長に依存して、たとえば（14nsec、120nsec）や（120nsec、120nsec）の組み合わせではそれぞれ230nsec、450nsecである。ダブルパルスの繰り返し周期は、たとえばmsecオーダーである。なお、第1、第2のパルスレーザー光がそれぞれ複数のレーザーパルスを合

波したものであるため、厳密には擬似ダブルパルスである。

【0030】レーザ光は、本来可干渉性を有する。アモルファスシリコン膜を効率的に結晶化するためには、長尺ビームを形成し、広幅の領域を照射しながら走査することが望ましい。長尺ビーム内で強度分布はできるだけ一定であることが望ましい。

【0031】照射領域内でレーザビームが干渉すると、意図せざる強度分布が発生し、一様なアニール処理を妨げることになる。空間的可干渉性解消素子は、レーザビームを複数のビーム領域に分割し、ビーム領域間での空間的可干渉性を低減する素子である。

【0032】レーザビームは、通常ビーム面積内で強度分布を有する。ホモジナイザはレーザビームを複数の領域に分割し、各領域内の光束を一定の共通領域内に再分布させることにより、照射面積内での強度を均一化させる素子である。

【0033】図3(A)、(B)は、空間的可干渉性解消素子17、ホモジナイザ18の構成例を示す。光軸をZ方向とした場合、図3(A)は、たとえばX方向から見た側面図であり、図3(B)はY方向から見た側面図である。

【0034】空間的可干渉性解消素子17は、Z方向の長さが異なる光学材料の板をY方向に積層した素子とX方向に積層した素子とを組み合わせた構成を有する。光路長の差が生じ、空間的可干渉性が低減する。互いに隣接する領域で光路長が徐々に変化する構成を図示したが、光路差の設定は任意である。たとえば、ランダムな光路差を設定してもよい。

【0035】なお、ビーム断面内を複数の領域に分割でき、各領域に異なる光路差を生じさせる構成であれば図示の構成に限らない。たとえば、ファイババンドルのような構成であれば、2つの素子を必要とせず、単一の素子で同様の効果を発揮できる。

【0036】ホモジナイザ18は、たとえば、X方向シリンドリカルレンズ18aをY方向に並べ、Y方向に並んだ複数の光束を形成し、他のX方向シリンドリカルレンズ18bで各光束を再分布させ、同様Y方向シリンドリカルレンズ18cをX方向に並べ、X方向に並んだ複数の光束を形成し、他のY方向シリンドリカルレンズ18dで各光束を再分布させる。図の構成では、結像レンズ18p、18qで各光束を共通の領域上に結像させている。

【0037】このようにして、照射領域内で一定の強度を有する長尺ビームを形成している。この長尺ビームが、図1に示すアモルファスシリコン膜を堆積した加工対象物19上に照射される。

【0038】図4(A)、(B)は、加工対象物19の構成を示す平面図と部分的断面図である。図4(B)に示すように、ガラス基板40の上に2層の酸化シリコン

膜41、43が積層されている。下側酸化シリコン膜41には開口42が形成されている。上側酸化シリコン膜43は、開口42上で鋭いカスプ44を形成している。このようなカスプを形成した酸化シリコン膜43の全面上にアモルファスシリコン膜46が堆積されている。

【0039】図4(A)に示すように、加工対象物19の一対の対向辺に沿ってカスプ44が一定の間隔で形成されている。例えば、右边から左辺に向かってレーザビームを走査し、左辺で折り返し、左辺から右辺に向かって走査し、ジグザグ状に走査を繰り返す。

【0040】図4(C)に示すように、各走査の初期において、レーザビームLB照射領域には複数のカスプ44が含まれる。カスプ44は、アモルファスシリコン膜46が熔融し、固化する際、結晶核発生を誘起する。カスプ44の底に結晶核が発生してフィルタ効果によって1つの大きな種結晶が成長する。レーザビームLBを走査することにより、それぞれの種結晶を元に単結晶領域が走査方向に広がる。

【0041】なお、図4(D)に示すように、基板を複数のセクションSに分割し、各セクションの周辺部にカスプ44を形成してもよい。結晶成長を開始する部分にカスプを形成することにより、カスプから種結晶を成長させ、広い単結晶領域を形成させる。

【0042】レーザ照射は、重複照射によって同一位置に何回か繰り返し行われる。一回の照射により結晶化できなかった部分も複数回の照射で結晶化が進行する。

【0043】図4(E)は、アモルファスシリコンと結晶シリコンとの光吸収係数を概略的に示す。横軸がフォトンエネルギーEを示し、縦軸が吸収係数 α を示す。曲線Qcが結晶シリコンの吸収係数であり、曲線Qaがアモルファスシリコンの吸収係数である。本実施例で用いたレーザ光の波長では、アモルファスシリコンの吸収係数Qaは結晶シリコンの吸収係数より1桁以上大きい。波長400~900nmの領域では、このようにアモルファスシリコンの吸収係数が結晶シリコンの吸収係数より大きい。

【0044】図4(F)に示すように、レーザ照射領域内に大小様々の結晶化領域、グレインバウンダリ(アモルファス領域)がある場合、グレインバウンダリはより多くのレーザ光を吸収し、優先的に熔融する。

【0045】図4(G)に示すように、熔融領域が広がると、比較的大きな結晶化領域のみが固相で残る。このような状態から結晶化が再開すれば、前よりも大きなグレインサイズが得られるであろう。

【0046】図4(A)に示すように、ストライプ状領域を端部を重ねて走査した場合、重なり部分は、上下の結晶領域からの影響が及び、歪みが蓄積しやすい。本実施例の場合、歪みが蓄積され結晶性が劣化した領域はアモルファス的となり、優先的に熔融する。再び結晶化すると、歪みは緩和される。

【0047】なお、実験の結果、XeClエキシマレーザ光を用いた場合より大きなグレインサイズが得られた。XeClエキシマレーザ光の波長では、アモルファスシリコンと結晶シリコンは、ほぼ同等の吸収係数を有する。従って、図4（G）に示すような状態は実現困難であろう。

【0048】図4（H）、（I）は、結晶化シリコン膜を用いた薄膜トランジスタの構成を概略的に示す。図4（H）に示すように結晶化シリコンをパターニングして島状の活性領域ARが形成されている。このシリコン領域を横断するように絶縁ゲート電極Gが配置される。

【0049】図4（I）に示すように、絶縁ゲート電極は、シリコン領域上に酸化シリコン膜、窒化シリコン膜等の絶縁膜を形成し、その上にCr、Al等の導電性材料のゲート電極を配置して形成される。

【0050】以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは、当業者に自明であろう。

【0051】

【発明の効果】グレインサイズの大きな結晶化シリコン膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるレーザアニール装置を示す。

【図2】図1の光源部からビームエキスパンダまでの部分の拡大図とパルス波形を示すグラフである。

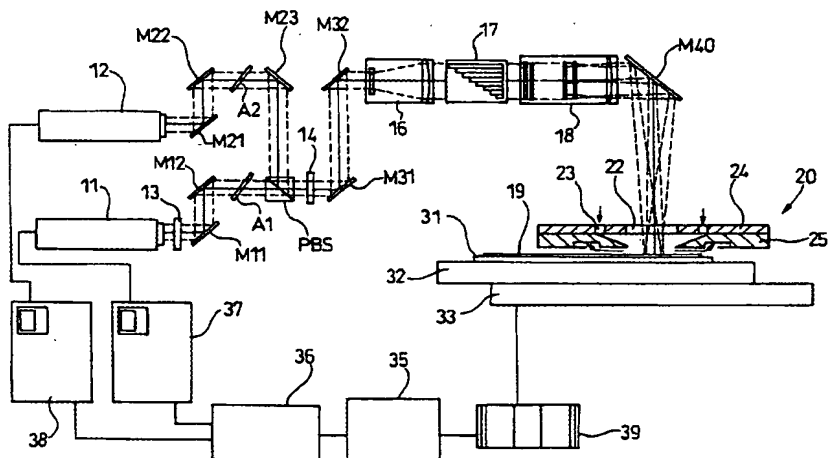
【図3】図1の可干渉性解消素子とホモジナイザの部分の拡大図である。

【図4】加工対象物の構成を示す平面図、断面図、結晶化過程を説明するためのグラフ、平面図、薄膜トランジスタの平面図、断面図である。

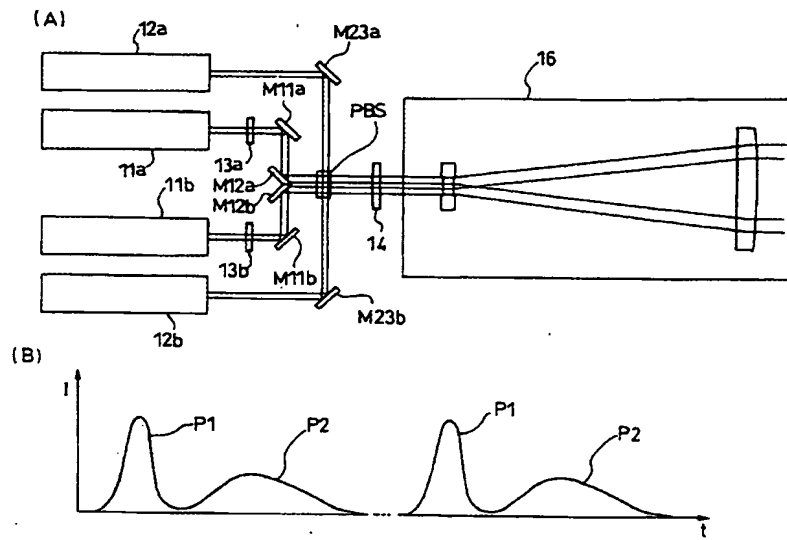
【符号の説明】

11、12	パルスレーザ光源
13、14	位相板
M	ミラー
PBS	偏光分波器
A	アッテネータ
16	ビームエキスパンダ
17	空間的可干渉性解消素子
18	ホモジナイザ
20	ガスカーテン装置
30	ステージ

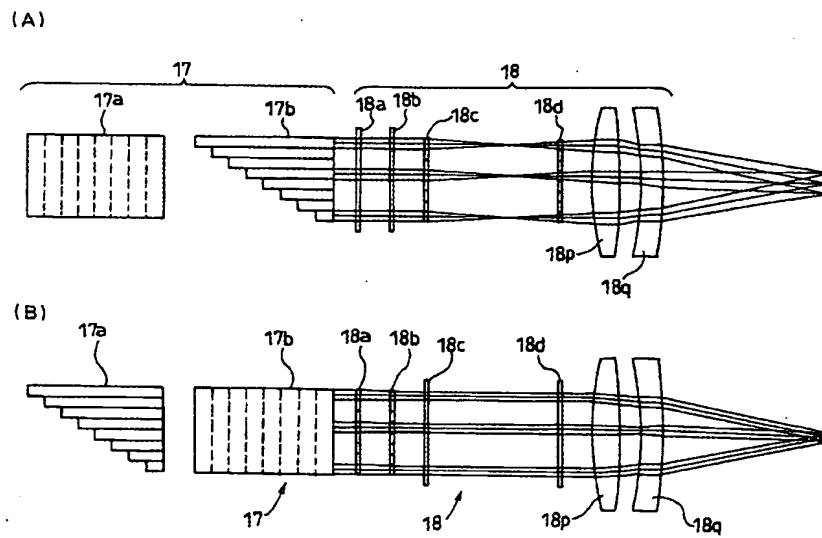
【図1】



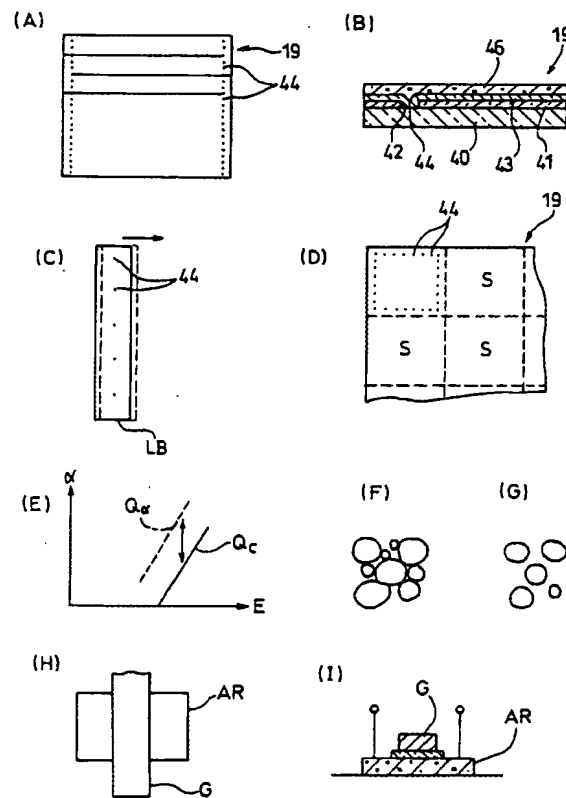
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F052 AA02 BA01 BA07 BA14 BB02
 BB03 BB07 CA04 DA01 EA15
 HA01 JA01 JA09
 5F110 AA16 CC01 DD02 DD13 DD17
 DD30 EE03 EE04 FF02 FF03
 GG02 GG13 PP03 PP04 PP05
 PP07 PP23 PP36 PP40